



Espacenet

Bibliographic data: JP 2000124149 (A)

RESONANT CIRCUIT FOR ION IMPLANTATION ACCELERATOR

Publication date: 2000-04-28

Inventor(s): ERNEST FREDERICK SELLER +

Applicant(s): EATON CORP +

Classification:
 - **international:** C23C14/48; H01J37/30; H01J37/317; H01L21/265; H05H5/08; H05H7/02; H05H7/22; (IPC1-7): C23C14/48; H01J37/317; H01L21/265
 - **European:** H05H5/08; H05H7/02; H05H7/22

Application number: JP19990272518 19990927

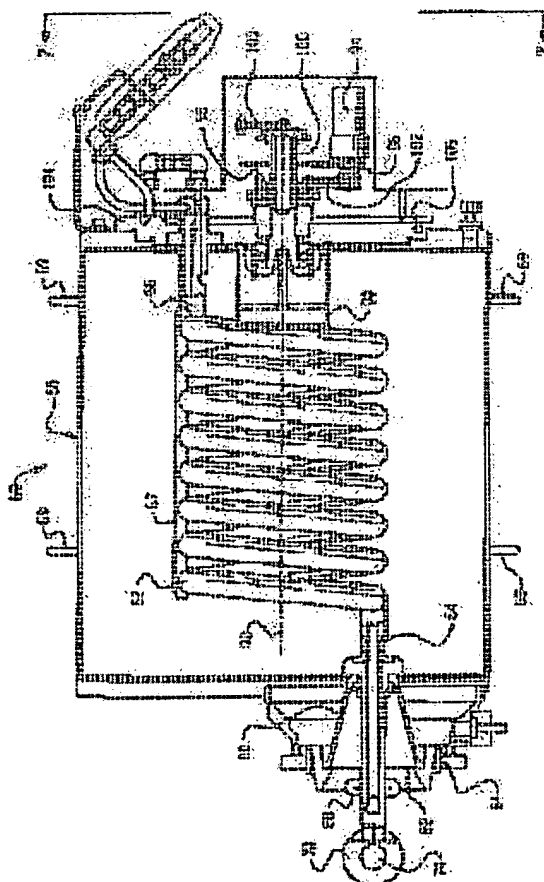
Priority number (s): US19980162181 19980928

Also published as:

- JP 4650705 (B2)
- EP 0996316 (A1)
- EP 0996316 (B1)
- US 6262638 (B1)
- TW 427103 (B)
- more

Abstract of JP 2000124149 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a resonance circuit, equipped with a tuning and matching mechanism and a coil assembly used for an ion implantation apparatus. **SOLUTION:** In the resonant circuit, a resonator 60 is composed of capacitors 88 and 82, and a fixed inductor 62 that are connected together in parallel. The first and second ends of the inductor and capacitors are each connected to a high-voltage terminal 64 and a low-voltage terminal 66, and an RF input coupling is linked to the inductor with a low-voltage terminal, and a high-voltage electrode is connected to a high-voltage terminal. A first resonator tuning mechanism (ring clamp 88), equipped with a plunger 90 movable in the coil of the inductor, is provided to change the inductor in inductance, a second resonator tuning mechanism (plunger 90) is provided so as to vary the capacitance for a capacitor. The first resonator tuning mechanism changes the inductor in inductance so as to finely adjust a resonance circuit, and the second resonator tuning mechanism changes the capacitor in capacitance that a resonance circuit is adjusted coarsely.



Last updated:
 26.04.2011 Worldwide
 Database 5.7.22; 93p

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-124149
(P2000-124149A)

(43) 公開日 平成12年4月28日 (2000.4.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 21/265		H 0 1 L 21/265	6 0 3 Z
C 2 3 C 14/48		C 2 3 C 14/48	Z
H 0 1 J 37/317		H 0 1 J 37/317	Z

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-272518

(22) 出願日 平成11年9月27日 (1999.9.27)

(31) 優先権主張番号 1 6 2 1 8 1

(32) 優先日 平成10年9月28日 (1998.9.28)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 390033020

イートン コーポレーション

EATON CORPORATION

アメリカ合衆国, オハイオ 44114, クリーブランド, イートン センター (番地表示なし)

(72) 発明者 アーネスト フレデリック シェーラー

アメリカ合衆国 マサチューセッツ

01982 ハミルトン オールド カード

ロード 6

(74) 代理人 100068618

弁理士 尊 経夫 (外3名)

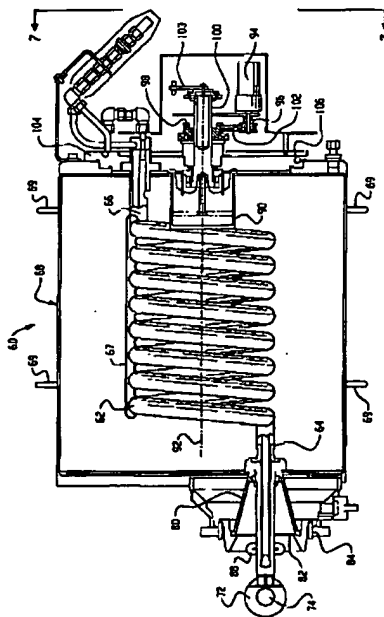
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イオン注入用加速器のための共振回路

(57) 【要約】

【課題】 同調及びマッチング用の改良された機構を有する共振回路を提供すること。

【解決手段】 共振回路は、キャパシタ88,82と固定インダクタ62が並列接続されて共振器60を形成する。インダクタとキャパシタの第1, 第2端部が、それぞれ共振器の高電圧端子64と低電圧端子66に接続され、RF入力カップリングが低電圧端子でインダクタに連結され、高電圧電極が高電圧端子に連結される。インダクタのコイル内で移動可能なプランジヤ90を有する第1共振器同調機構がインダクタのインダクタンスを変え、第2共振器同調機構がキャパシタのキャパシタンスを変えるように設けられる。第1同調機構は、インダクタのインダクタンスを変えることによって共振回路の微調整を行い、第2同調機構は、キャパシタのキャパシタンスを変えることによって共振回路の粗調整を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】(a) 共振器(60)を形成するために互いに並列に電気接続されて、前記共振器(60)の高電圧端子(64)と低電圧端子(66)にそれぞれインダクタとキャパシタの第1、第2端部が電気接続される前記インダクタ(62)とキャパシタ(88,82)と、(b) 前記共振器(60)の低電圧端子(66)において前記インダクタ(62)に直接連結された無線周波(RF)入力カップリング(70)と、(c) 前記共振器(60)の高電圧端子(64)に連結された高電圧電極(72)とを備えていることを特徴とする、所定の周波数において共振可能な共振回路。

【請求項2】前記共振器(60)の低電圧端子(66)に配置された前記インダクタ(62)のコネクタパッド(78)を更に含み、このコネクタパッドに接続する前記入力カップリング(70)の位置が、この入力カップリングにRF信号を供給するRF入力源の位置に関連して前記共振器(60)のインピーダンスがマッチングするように選択されていることを特徴とする請求項1記載の共振回路。

【請求項3】前記コネクタパッド(78)に接続する前記入力カップリング(70)の位置が、前記インダクタの製造許容範囲内に適合するために、変化できるように構成されていることを特徴とする請求項2記載の共振回路。

【請求項4】前記インダクタは、中空の円筒コイルであることを特徴とする請求項3記載の共振回路。

【請求項5】中空の円筒コイルは、水で冷却されていることを特徴とする請求項4記載の共振回路。

【請求項6】中空の円筒コイルは、コイルループ間に所定の距離を維持するためにスペーサ要素(67)を備えていることを特徴とする請求項5記載の共振回路。

【請求項7】前記高電圧電極(72)は、加速されるべきイオンビームが通過できる通路(74)を有することを特徴とする請求項1記載の共振回路。

【請求項8】(a) 長手軸線(92)を有する固定位置のインダクタ(62)と、キャパシタ(88,82)が互いに並列に電気接続され、前記インダクタとキャパシタの各第1、第2端部が、共振器(60)の高電圧端子(64)と低電圧端子(66)にそれぞれ電気接続されている、インダクタ(62)とキャパシタ(88,82)と、(b) 前記インダクタ(62)に連結された無線周波(RF)入力カップリング(70)と、(c) 前記共振器(60)の高電圧端子(64)に連結された高電圧電極(72)と、(d) 前記インダクタ(62)のコイル内で前記長手軸線(92)に沿って移動可能なプランジャ(90)を有して、前記インダクタ(62)のインダクタンスを変えるための第1同調機構とを備えていることを特徴とする、所定の周波数において共振可能な共振回路。

【請求項9】前記固定位置のコイルインダクタ(62)が、コイルループ間に所定の距離を維持するためにスペーサ要素(67)を備えていることを特徴とする請求項8記載の共振回路。

【請求項10】前記高電圧電極(72)は、加速されるべき

イオンビームが通過できる通路(74)を有することを特徴とする請求項8記載の共振回路。

【請求項11】前記長手軸線(92)に沿ってプランジャ(90)を双方向に移動するための調整用サーボモータをさらに含むことを特徴とする請求項8記載の共振回路。

【請求項12】前記長手軸線(92)に沿うプランジャ(90)の位置に対するフィードバックを与えるための線形位置エンコーダ(101)をさらに含むことを特徴とする請求項11記載の共振回路。

【請求項13】前記プランジャ(90)は、水で冷却されていることを特徴とする請求項8記載の共振回路。

【請求項14】前記キャパシタ(88,82)のキャパシタンスを変えるための第2同調機構をさらに含み、前記第1同調機構は、前記インダクタ(62)のインダクタンスを変えることによって共振回路の微調整を行い、前記第2同調機構は、前記キャパシタ(88,82)のキャパシタンスを変えることによって共振回路の粗調整を行うことを特徴とする請求項8記載の共振回路。

【請求項15】前記キャパシタ(88,82)により与えられる共振器の第2同調機構は、(a) 前記コイルインダクタ(68)の一端部に連結された金属要素(88)と、(b) コイルハウジング(68)の一部分(82)とを含み、前記金属要素(88)の位置は、前記キャパシタ(88,82)のキャパシタンスを変えるために、前記ハウジングの一部分(82)に対して移動可能であることを特徴とする請求項14記載の共振回路。

【請求項16】前記金属要素は、前記共振器の高電圧端子(64)に接続され、前記ハウジングの一部分(82)は、電気的にアースされ、前記金属要素(88)は、前記長手軸線(92)に沿って移動可能であることを特徴とする請求項15記載の共振回路。

【請求項17】(a) 長手軸線(92)を有する固定位置のインダクタ(62)と、キャパシタ(88,82)が互いに並列に電気接続され、前記インダクタとキャパシタの各第1、第2端部が、共振器(60)の高電圧端子(64)と低電圧端子(66)にそれぞれ電気接続されている、インダクタ(62)とキャパシタ(88,82)と、(b) 前記共振器(60)の低電圧端子(66)において前記インダクタ(62)に直接連結された無線周波(RF)入力カップリング(70)と、(c) 前記共振器(60)の高電圧端子(64)に連結された高電圧電極(72)と、(d) 前記インダクタ(62)のコイル内で前記長手軸線(92)に沿って移動可能なプランジャ(90)を有して、前記インダクタ(62)のインダクタンスを変えるための第1同調機構とを備えていることを特徴とする、所定の周波数において共振可能な共振回路。

【請求項18】前記共振器(60)の低電圧端子(66)に配置された前記インダクタ(62)のコネクタパッド(78)を更に含み、このコネクタパッドに接続する前記入力カップリング(70)の位置が、この入力カップリングにRF信号を供給するRF入力源の位置に関連して前記共振器(60)の

インピーダンスがマッチングするように選択されていることを特徴とする請求項17記載の共振回路。

【請求項19】前記コネクタパッド(78)に接続する前記入力カップリング(70)の位置が、前記インダクタの製造許容範囲内に適合するために、変化できるように構成されていることを特徴とする請求項18記載の共振回路。

【請求項20】前記キャパシタ(88,82)のキャパシタンスを変えるための第2同調機構をさらに含み、前記第1同調機構は、前記インダクタ(62)のインダクタンスを変えることによって共振回路の微調整を行い、前記第2同調機構は、前記キャパシタ(88,82)のキャパシタンスを変えることによって共振回路の粗調整を行うことを特徴とする請求項17記載の共振回路。

【請求項21】前記キャパシタ(88,82)により与えられる第2同調機構は、(a) 前記コイルインダクタ(68)の一端部に連結された金属要素(88)と、(b) コイルハウジング(68)の一部分(82)とを含み、前記金属要素(88)の位置は、前記キャパシタ(88,82)のキャパシタンスを変えるために、前記ハウジングの一部分(82)に対して移動可能であることを特徴とする請求項20記載の共振回路。

【請求項22】前記金属要素は、前記共振器の高電圧端子(64)に接続され、前記ハウジングの一部分(82)は、電気的にアースされ、前記金属要素(88)は、前記長手軸線(92)に沿って移動可能であることを特徴とする請求項21記載の共振回路。

【請求項23】前記高電圧電極(72)は、加速されるべきイオンビームが通過できる通路(74)を有することを特徴とする請求項17記載の共振回路。

【請求項24】前記インダクタは、中空の円筒コイルであることを特徴とする請求項17記載の共振回路。

【請求項25】中空の円筒コイルは、水で冷却されていることを特徴とする請求項24記載の共振回路。

【請求項26】前記固定位置のコイルインダクタ(62)が、コイルループ間に所定の距離を維持するためにスペーサ要素(67)を備えていることを特徴とする請求項17記載の共振回路。

【請求項27】前記長手軸線(92)に沿ってプランジャー(90)を双方向に移動するための調整用サーボモータをさらに含むことを特徴とする請求項17記載の共振回路。

【請求項28】前記長手軸線(92)に沿うプランジャー(90)の位置に対するフィードバックを与えるための線形位置エンコーダ(101)をさらに含むことを特徴とする請求項27記載の共振回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般的に高エネルギーイオン注入装置に関し、特に、このような装置に用いるための共振器コイル組立体を同調及びマッチングさせるための方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】イオン注入は、集積回路を大規模生産する際に、半導体を不純物を用いてドーピングするために産業界によって標準的に受け入れられた技術になってきた。高エネルギーイオン注入装置は、ウエハ基板内に深く注入を行うために使用される。このような深い注入は、例えば、レトログレイド・ウエル(retrograde well)を作り出すために必要とされる。イートンのGSD/HE型やGSD/VHE型のイオン注入機は、このような高エネルギー注入装置の具体例である。これらの注入機は、5 MeV(500万エレクトロンボルト)にまでエネルギーレベルのイオンビームを供給する。

【0003】本発明の譲受人であるイートンに譲渡された米国特許明細書第4,667,111号には、このような高エネルギーイオン注入機が記載されており、ここに、十分に説明するように、この明細書は本発明の参考文献として包含されている。

【0004】一般的な高エネルギーイオン注入装置10のブロック図は、図1に示されている。この注入装置10は、3つの部分、即ち、各サブシステム、(a) 所望の電流及びエネルギーのイオンビーム17を生じるために、高電圧源16によって電力が供給されるイオン源を含むターミナル12と、(b) イオンビームによって注入されるウエハWを支持する回転ディスク20を含む端部ステーションと、(c) ターミナル12と端部ステーション18の間に配置され、質量分析磁石24と無線周波(RF)リニア加速器(linac)26を含んでいるビームラインアセンブリ22とを有する。

【0005】ビームラインアセンブリ22は、ターミナル12によってイオンビーム出力を調整し、ターゲットウエハWに向けて調整されたビームを指向させる。最終エネルギー磁石(図1では図示略)は、リニア加速器26と回転ディスクの間に配置することができる。

【0006】質量分析磁石24は、リニア加速器に適切な電荷対質量比のイオンだけを通過させる機能を有する。この質量分析磁石は、イオン源14のために必要とされており、適切な電荷対質量比のイオンを発生することに加えて、所望の比よりも大きいイオンまたはより小さいイオンを生じさせる。不適当な電荷対質量比を有するイオンは、ウエハWにイオンを注入するのに好ましくない。

【0007】質量分析磁石24を通過するイオンビーム17は、通過するイオンビームに付加的なエネルギーを分け与えるRFリニア加速器に入る。RFリニア加速器は、時間と共に周期的に変化する粒子加速電界を生じ、段階的に、異なる速度を有する粒子及び異なる原子量の粒子を収容するように調整する。RFリニア加速器26は、一連の共振器モジュール30a~30nを含み、これらは、前のモジュールから達成するエネルギーを越えるイオンをさらに加速するために機能する。

【0008】図2は、共振器モジュール30の公知の形

式を示し、共振器のキャビティハウジング31（例えばタンク回路）内に含まれる大きな誘導コイルLを有する。無線周波（RF）信号は、インダクタLの高電圧端子にキャパシタC cを介して容量的に連結された回路に供給される。加速電極32は、インダクタLの高電圧端子に直接連結される。各加速電極32は、2つのアースされた電極34、36の間に取付けられ、ギャップ38、40によってそれぞれ分離した。C sは、アースに対する高電圧加速電極32のストレー容量を表す。RLは、直列ループ（図3参照）におけるLとC sを含む共振回路に関連した損失を表す。

【0009】C sとLに対する値は、共振状態を達成するための回路に対して選択され、非常に大きな正弦電圧が加速電極32の位置に形成することができる。この加速電極32とアース電極34、36は、公知のプッシュプル構成で、通過するイオンビームを加速するように作動し、束ねられてパケットになる。RF正弦電極電圧の負の半サイクルの間、正に荷電したイオンパケットは、（加速電極32によって引っ張られて）第1接地電極34からギャップ38を横切って加速される。正弦サイクルにおける転移点において、電極32はニュートラルであり、パケットは電極32（ドリフトチューブともいう。）を介してドリフトし、加速されない。

【0010】RF正弦電極電圧の正の半サイクル中、正に荷電したイオンパケットは、更にギャップ40を通過して第2の接地電極36に向かって加速される（加速電極32によってプッシュされる）。加速電極を有して高電圧の無線周波数（RF）で発振する後続の共振器モジュールにおいて、このプッシュプル加速作用が繰り返される。これによって、エネルギーを付加することによってイオンビームパケットをさらに加速する。

【0011】このモジュール内の連続する加速電極のRFの位相は、独立に調整され、イオンの各パケットが最大加速を達成するRFサイクル内において適当な時間間隔で到達することを確実にする。

【0012】図3は、図2の共振器モジュール30と等価な回路を示す。時間に関連する入力／出力の変数は、電圧 $v(t)$ と電流 $i(t)$ である。時間と周波数の領域表示の双対関係（フーリエ変換）を利用すると、時間は、変数として ω （ラジアン）に変えて消去することができる。共振器のハーモニック定常状態において、周波数 f における電圧 $v(t)$ と電流 $i(t)$ は、複素インピーダンス $Z(\omega)$ によって線形的に関連する。即ち、 $V = Z(\omega) I$ ここで、 $v(t) = V \sin \omega t$ 、 $\omega = 2\pi f$

図3の回路において、キャパシタC sの複素インピーダンス Z は、 $1/f$ に比例し、電流 I が電圧 V に対し 90° 位相が進んでいる。また、インダクタLの複素インピーダンス Z は、 f に比例し、電流 I が電圧 V に対し 90° 位相が遅れている。また、抵抗損失 R_L は、周波数に

ほぼ無関係で、電流 I と電圧 V は同位相である。

【0013】共振時の最大電圧は、一定のRF入力信号に対して加速電極32において達成され、C sとLにおける電流は、それらが位相 180° ずれているのでキャンセルされる。回路におけるすべての電力は、抵抗 R_L を介して消費される。共振状態を達成するために、 $\omega = 2\pi f = (LC)^{-1/2}$ であり、例えば、イートン社のGSDシリーズでは、 $\omega = 13.56$ メガヘルツ（MHz）である。

【0014】共振状態を維持するために、インダクタとキャパシタの積 $L \times C s$ は、一定に維持されなければならない。共振回路の Q は、 R_L / X の比によって決まり、ここで、 $X = \omega L$ である。即ち、（1サイクル当たりの蓄積されたエネルギー）を（1サイクルあたりの消費されたエネルギー）で割ったものに相当する。

【0015】従って、動作中のキャパシタC sのドリフトとインダクタLの変化は、これらのファクタの1つのみを変えることによって、この場合Lを変えて、共振回路を同調できるようにする。

【0016】また、共振器モジュール30から出力される最大電力を得るために、共振回路のインピーダンスをRF入力源のインピーダンスとマッチングさせて、共振回路からRF入力源に戻るRF入力信号の反射を最小にしなければならない。

【0017】図4は、従来の共振器モジュールを示し、この装置は、共振回路のマッチングと同調（チューニング）のために設けられる。この同調機構は、インダクタLのステム44を共振器キャビティハウジング31から矢印で示した方向に出し入れするサーボモータ（図示略）を含んでいる。

【0018】誘導コイルLを長手軸線47に沿って移動（伸縮させる）することによって、インダクタのインダクタンス値が変えられる。高電流（200アンペアまで）が供給されるインダクタの低電圧端子側に、カラー（円筒絶縁物）48が設けられ、このカラーを介してインダクタのステムが出し入れされる。しかし、図4に示されたこの同調機構は、(a) 比較的硬いインダクタを伸縮させるためにかなりの電力を必要とし、(b) コイルの長さに沿って非均一なインダクタンスであるインダクタの作動が鈍く、(c) 摩耗、および破壊電圧を受ける低インピーダンスで高電流用のカラーを必要としている。

【0019】図4に示した従来のマッチング機構には、キャパシタC cが設けられ、これにより、コネクタ50からインダクタLにRF入力信号の容量結合が与えられる。図5により詳細となるように、キャパシタC cは、ねじ56で取付けられた調整可能な延長部54を有するC形状要素52を含んでいる。このキャパシタC cは、RF入力源（一般的に50Ω）のインピーダンスを回路 R_L のインピーダンス（一般的に1MΩ）とマッチングさせるためのトランスとして機能する。調整可能な延長

部54は、キャパシタCcのキャパシタンスを調整するために、伸縮することができる。しかし、図4及び図5に設けられるこのマッチング機構は、インダクタLに対するRFカップリングがインダクタの高電圧端子に作られ、これにより、電氣的にアースされたキャパシタCcと高電圧インダクタのステム44との間のアークが発生する危険が増加する。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的は、従来技術の欠点を解消する同調及びマッチング用の改良された機構を有する共振器コイル、即ち、共振回路を提供することである。また、更なる本発明の目的は、イオン注入装置に用いるために使用するコイルアセンブリを設けることである。更に、別の目的は、このようなコイル組立体を調整及びマッチングさせるための方法及び装置を提供することである。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は各請求項に記載の構成を有する。本発明は、所定の周波数で共振することができる共振回路を提供する。この共振回路は、長手軸線を有する固定位置のインダクタとキャパシタを含み、これらが互いに並列に電気接続されて共振器を形成する。このインダクタとキャパシタの各第1、第2端部が、それぞれ前記共振器の高電圧端子と低電圧端子に共に電気接続されている。無線周波(RF)入力カップリングは、共振器の低電圧端子においてインダクタに直接連結される。高電圧電極は、共振器の高電圧端子に連結される。

【0022】第1同調機構は、インダクタのインダクタンスを変えるために設けられ、インダクタのコイル内で長手軸線に沿って移動可能なプランジャを有している。第2同調機構は、キャパシタのキャパシタンスを変えるために設けられている。

【0023】第1同調機構は、インダクタのインダクタンスを変えることによって共振回路の微調整を行い、第2同調機構は、キャパシタのキャパシタンスを変えることによって共振回路の粗調整を行う。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図6において、改良された共振器コイル組立体、即ち、共振器60が与えられている。この共振器60は、リニア加速器の他の形式における利用が考慮されているが、図1のイオン注入装置10内の共振器モジュール(30a~30n)の置き換えとして使用するものである。

【0025】図6に示すように、共振器は、中空の銅製チューブをコイル状に巻いて形成したインダクタ62を有する。以下で説明するように、このコイルは、電流が流れることによって生じた熱を消散させるために、コイル内部に水を通して冷却することができる。コイルの高

電圧端子は、第1コイルステム64に終端し、コイルの低電圧端子は、第2コイルステム66に終端する。スパーサ67が、コイルループ間の距離(ここではコイルのインダクタンス)を維持するために、インダクタ62の個々のコイルループの上からパチンとはめられている。コイルは円筒ハウジング68内にあり、この場合、ハウジングは、アルミニウム製で、動作中電氣的にアースされている。ハンドル69が共振器60を注入装置10から取り除く及び注入装置内に設置するために設けられている。

【0026】RF入力カップリング70(図7及び図8参照)は、インダクタ62の低電圧端子にRF信号を入力するために設けられている。円筒形状の高電圧電極またはドリフトチューブ72は、第1コイルステムの端部においてインダクタの高電圧端子に取り付けられている。この高電圧電極72は、アルミニウムで作られ、加速されるべきイオンビームが通過できる通路74を形成する。

【0027】図8に示すように、RFカップリング70は、リード線76及び接続パッド78によってインダクタコイルに連結されている。リード線76のパッド上の位置は、RF入力源のインピーダンスと共振器回路のインピーダンスをマッチングさせるように決定され、共振回路からRF入力源に戻される入力信号の反射を最小限にする。

【0028】この位置は、コイルにおける製造許容範囲に適合するように可変できるようになっている。正しい位置が決定されると、リード線76は、パッド78上の固定位置にはんだ付けされる。コイルの低電圧端子でRF信号をインダクタコイルに直接連結することによって図2ないし図5の従来の共振器において示された容量性カップリングの必要がなくなる。このように、インダクタコイルの高電圧端子近くに容量性カップリングが形成されて発生する電流アークの危険が減少する。共振器60は、13.56メガヘルツ(MHz)の周波数で共振するように設計されている。共振時、80,000ボルト(80KV)の電圧が加速電極72に共振器によって発生する。こうして、アースされた共振器ハウジングから電極に向けてセラミックの絶縁コーン80が伸びており、共振器ハウジングと電極72または高電圧のコイルステム64の間のアークを防止する。環状の金属フランジ82が、固定具84によって電氣的にアースされたハウジングに取付けられ、絶縁コーン80の位置が固定される。

【0029】共振器60の同調をとるための機構は、共振器コイルの高電圧ステム64に配置された金属製のスプリットリングクランプと、コイルの中心長手軸線92に沿ってコイル内に入り出ることができるプランジャ90を備えている。更に、以下で説明するように、リングクランプ88は、共振器60に対して初期的な粗調整の機構(キャパシタのキャパシタンスを変える第1同調機

構)として機能し、また、プランジャー90は、共振器に対して微調整の機構(インダクタのインダクタンスを変える第2同調機構)として機能する。クランプとプランジャーは、共に、コイル62が固定位置に留まりかつ共振状態を維持できるような、共振器のための効果的な同調機構を与える。

【0030】スプリットリングクランプ(金属要素)88は、ステム64上に配置される。このステム上のリングクランプの位置は、コイル62の軸線92に平行な方向にステムの長さに沿って調整可能である。リングクランプ88と環状の金属フランジ82は、その間の空間にある空気が誘電体として作用するキャパシタを形成する。リングが電極72の方に移動すると、共振器(図2参照)の全体のストレー容量Csが減少し、これによって共振器60の共振周波数が増加する。逆に、リングが電極72から離れると、共振器のキャパシタンスが増加し、これにより共振回路60の共振周波数が減少する。

【0031】共振器の粗調整、即ち、初期調整中、スプリットリングは、先端側の微調整位置と間のプランジャーの中間位置で共振周波数が所望の値に近づくように初期位置に配置されている。スプリットリング88の位置は、コイルのステム64に固定され、作動時、固定位置に維持される。この粗調整の機構は、プランジャーを操作時に移動させなければならない範囲を最小限にしている。この範囲を小さくすることは、ロスを少なくすることにおいて重要であり、プランジャーをコイル内に過渡に挿入することを生じないようにしている。

【0032】プランジャー90は、一端部が閉じたアルミニウムまたは銅製のシリンダ(即ち、銅製またはアルミ製のキャップ)で構成されている。図6に示すプランジャー90は、軸線92に沿ってコイル62の内側に形成された円筒状の空間内に入り出できるようになっている。この軸線に沿うプランジャーを移動することにより、コイル62を横切る磁力線の強さを変えてインダクタのインダクタンスを変える。図6には、実線で示す最も挿入された位置と想像線で示す最も引き出された位置によって、2つの両端の微調整位置が示されている。

【0033】サーボモータ94は、軸線92に沿ってプランジャーを双方向に移動するように機能する。サーボモータ軸上のプーリ96は、ベルト102を介してプランジャー軸100上のプーリ98に連結されている。プランジャー軸のプーリ98内に配置された雌ねじは、プランジャー軸100の外側の雄ねじに螺合して、プーリ98の回転動作を軸線92に沿うプランジャー軸100の前後移動に変換する。調整用サーボモータ94は、共振器の位相制御回路からの誤差信号を受け入れる調整制御ループ(図示略)の一部分を構成し、従来技術でサーボモータにより機能化したコイルの伸縮動作と同様の方法で、共振器の共振周波数におけるドリフトを調整する。

【0034】リニア位置エンコーダ101(図7参照)は、コイル62内でのプランジャー90の位置に対するフィードバックを与えるように設けられている。リニア位置エンコーダ101の軸は、レバー103によってプランジャー軸100に取付けられている。リニア位置エンコーダ101は、調整制御ループ内への入力信号として使用される出力信号を発生する。

【0035】低電圧、高電流のコイルステム66とプランジャー軸100は、アルミ製の円筒ハウジング68の一端部を閉鎖するほぼ円形状のアルミ製の端部プレート104を貫通する。この一端部でコイルを通過する高電流によって、共振器の動作中熱が発生する。それゆえ、共振器を冷却するために、本発明では水で冷却する手段を設けている。特に、水冷通路は、以下で説明するように、端部プレート104、プランジャー90、及びコイル62に設けられている。

【0036】ほぼ円形状のチューブ通路106が端部プレートの周回りをめぐるように設けられている(図6参照)。また、図8におけるコイル62の切欠き部分に示すように、水流入チューブ108と水流出チューブ110が、コイル62内に設けられている。同様な水流入チューブ及び水流出チューブが、プランジャー軸100とプランジャー90内にも設けることができる。

【0037】図7に示すように、水流入口112は、コイルの流入チューブ108内に水を導いて、コイル全長を通り、水流出チューブ110を通して水を戻すために設けられている。さらにそこから、水は、端部プレートのチューブ通路106に導かれ、端部プレートの周囲をめぐって、水流出口から排出される。プランジャー軸とプランジャーの水流入チューブ及び水流出チューブも、端部プレート及びコイルと直列に配置されて冷却ループを形成することができ、その結果、それぞれ1つの水流入口112と水流出口114を設ければ良いことになる。

【0038】以上、イオン注入装置の加速器用の改良された同調可能でかつマッチング可能な共振器の好ましい実施形態を説明してきた。しかし、上述した記載を考慮して、この記載は例示としてのみ作られており、本発明は、個々に記載された特定の実施形態に制限されるものではなく、また、本発明の範囲から逸脱しないで、特許請求の範囲及びその等価物によって形成される上記記載に関する、種々の変更、修正、及び置換が含まれることは理解できるであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る共振器コイル組立体を包含させることのできるリニア加速器を有するイオン注入装置の概略ブロック図である。

【図2】図1に示すようなイオン注入装置に使用された従来の共振器コイル組立体を示す図である。

【図3】図2の従来の共振器コイル組立体における概略

図である。

【図4】図2に示した形式において、さらに公知の共振器の同調及びインピーダンスマッチング機構を含む従来の共振器コイル組立体の断面図である。

【図5】図4の線5-5に沿って見た図4の共振器コイル組立体の平面図である。

【図6】本発明の原理に従って構成され、改良された共振器の同調及びインピーダンスマッチング機構を含む本発明の共振器コイル組立体の断面図である。

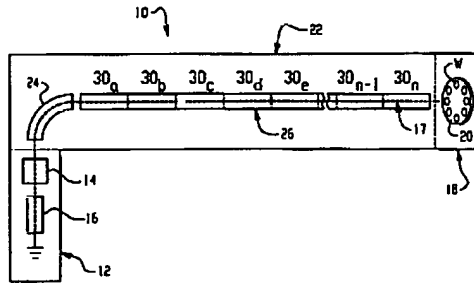
【図7】線7-7に沿って見た図6の共振器コイル組立体の端部側の側面図である。

【図8】図6の共振器コイル組立体のインピーダンスマッチング機構の断片的な一部断面図である。

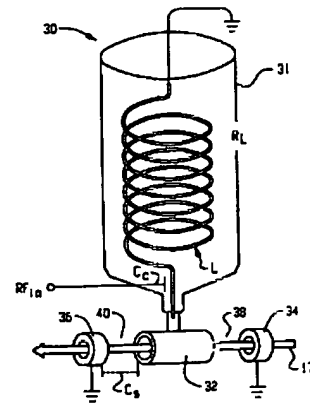
【符号の説明】

- 10 イオン注入装置
- 60 共振器（共振回路）
- 62 インダクタ
- 64, 66 ステム
- 68 コイルハウジング
- 70 RF入力カップリング
- 72 高電圧電極
- 82, 88 キャパシタ
- 90 ブラッジャー
- 92 長手軸線
- 94 サーボモータ
- 101 リニア位置エンコーダ

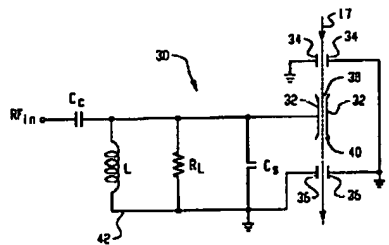
【図1】



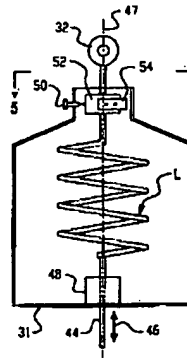
【図2】



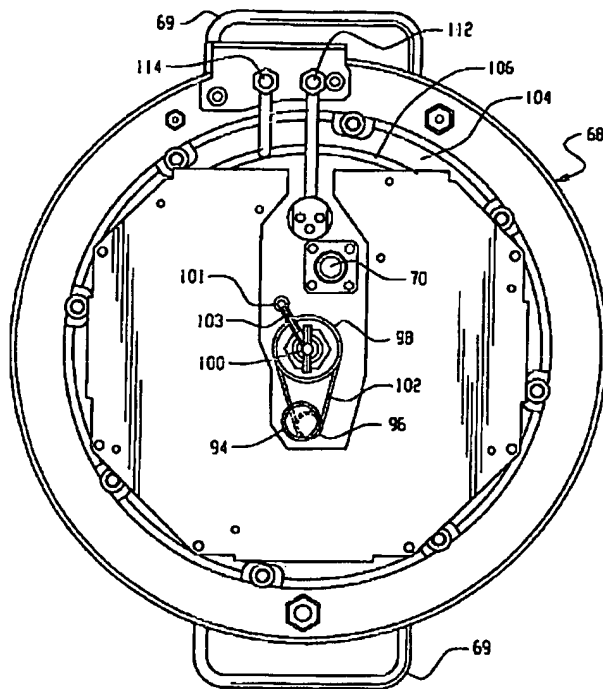
【図3】



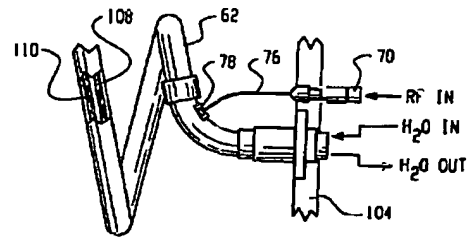
【図4】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(71)出願人 390033020

Eaton Center, Cleveland,
and, Ohio 44114, U. S. A.